



Impacto de la disminución de la huella de carbono en las inversiones del portafolio accionario del Fondo de Reserva de Pensiones (FRP)

Marcela Quintanar Palominos

Profesor Guía: José Luis Ruiz

Magíster en Finanzas

Santiago, Septiembre de 2019

Contenido

I. Introducción	2
II. Descripción	4
2.1 Fondo de Reserva de Pensiones (FRP).....	4
2.1.1 Política de Inversión.....	5
2.1.2 Administración	7
2.2 Criterios ESG	8
2.2.1 Definición e Historia	8
2.2.2 Implementación de criterios ESG al proceso de inversión.....	10
2.2.3 Experiencia de otros fondos soberanos	12
2.2.4 Aplicación por estilo de administración y clases de activo	14
2.3 Cómo abarcar el problema	14
III. Revisión de la literatura.....	15
IV. Metodología y Datos.....	19
4.1 Índices	19
4.1.1 MSCI ACWI Low Carbon Target Index	19
4.1.2 MSCI ACWI Low Carbon Leaders Index.....	20
4.2 Metodología de investigación	23
4.2.1 Medidas	23
4.2.2 Test de Spanning	25
V. Estadística Descriptiva	27
VI. Resultados	29
VII. Conclusión.....	35
VIII. Referencias	37
IX. Anexo.....	40
9.1 Matrices.....	40
9.2 Histogramas.....	40
9.3 Gráficos	42

I. Introducción

En nuestro país existen dos Fondos Soberanos: el Fondo de Reserva de Pensiones (FRP) con US\$ 10.435,67 millones, y el Fondo de Estabilización Económica y Social (FEES) con US\$ 14.103,49 millones¹. Ambos fondos se invierten con un estilo de administración pasivo siguiendo índices de mercado previamente definidos para cada clase de activo.

Por un lado, el FEES posee una composición estratégica de activos más conservadora con el objetivo de proveer liquidez en caso de necesitarla, mientras que el FRP se encuentra actualmente en transición hacia la convergencia de la nueva política de inversión que concluirá en el año 2021, la cual incluye una alta exposición a acciones.

Un desafío para los fondos, en particular para el FRP, es incorporar los criterios de medioambiente, social y de gobierno corporativo (ESG por sus siglas en inglés) en sus procesos de inversión debido al impacto que tiene en términos de política pública, la implicancia que podría tener para la toma de decisiones de las AFPs, la tendencia global por parte de inversionistas institucionales a incorporar la inversión responsable, y a la acción que están tomando en torno a estos temas otros fondos soberanos considerados como los más transparentes o con mejores prácticas.

Además, es importante que los fondos soberanos incorporen estos criterios en coherencia con las acciones que está tomando el gobierno actualmente en torno a la acción climática, la protección ambiental y el crecimiento sostenible. A modo de ejemplo, por el lado de la deuda soberana, Chile fue el primer país del continente americano en emitir bonos verdes. Además, nuestro país será sede de la cumbre medioambiental COP25 en diciembre de 2019.

Es por esta razón, que en este estudio se analiza la incorporación del criterio medioambiental en el portafolio accionario del FRP a través del análisis de dos índices alternativos, que son una variación del actual comparador referencial, y buscan disminuir la huella de carbono a través de distintas metodologías.

Este estudio analiza distintas medidas de desempeño como los ratios de Sharpe, Sortino, Omega, y cálculo del Valor en Riesgo (VaR) para dichos índices. Además, se realiza un test de *spanning* (Huberman y Kandel, 1987) que busca analizar la capacidad que tienen los índices de sustituir al actual comparador referencial. Finalmente se crea un escenario alternativo suponiendo que los aportes

¹ ambos valores al cierre de julio de 2019

al FRP que comenzaron en 2018 se hubiesen invertido en dichos índices bajos en emisiones de carbono.

Se obtiene como resultado, que el ratio de sharpe medido desde el inicio es mejor para los índices alternativos, sin embargo al analizar año a año se puede apreciar que ningún índice es sistemáticamente mejor que el otro. El VaR al 1% indica que el índice Low Carbon Target es el que presenta la menor máxima pérdida esperada. Mediante la metodología del test de *Spanning*, se obtiene como resultado que los índices bajos en huella de carbono pueden ser sustitutos del actual índice que se utiliza en la inversión del fondo, y presentan menor riesgo, y finalmente se muestra el escenario alternativo obteniendo que si los aportes se hubiesen invertido en los índices propuestos, al cierre de julio de 2019 el valor de mercado de las acciones sería US\$ 2.632.030 mayor que si se hubiesen destinado los aportes al actual comparador referencial de dicha clase de activo.

Esta tesis está organizada de la siguiente forma: en la sección II se describen las principales características del FRP, se exponen los criterios ESG y la motivación del estudio. En la tercera sección se analiza cómo la literatura ha abordado el tema de la incorporación de criterios de inversión responsable. Luego, en la cuarta sección se muestra información relevante sobre los dos índices del estudio, y se expone la metodología de investigación describiendo las medidas a utilizar y el test de *spanning*. En la quinta sección se desarrolla la estadística descriptiva, mientras que en la sección seis se exponen los principales resultados obtenidos en este estudio, para luego en la sección siete concluir. Se añade en la sección ocho y nueve las referencias y los anexos, respectivamente.

II. Descripción

En esta sección se describe, por un lado, el funcionamiento del Fondo de Reserva de Pensiones (FRP), su objetivo, regla de acumulación, valor de mercado, política de inversión, comparadores referenciales y administración, mientras que, por otro, se exponen los criterios ESG, su historia, incorporación en el portafolio, experiencia de otros fondos soberanos y aplicación según estilos de administración. Finalmente, se abarca la motivación de esta tesis.

2.1 Fondo de Reserva de Pensiones (FRP)

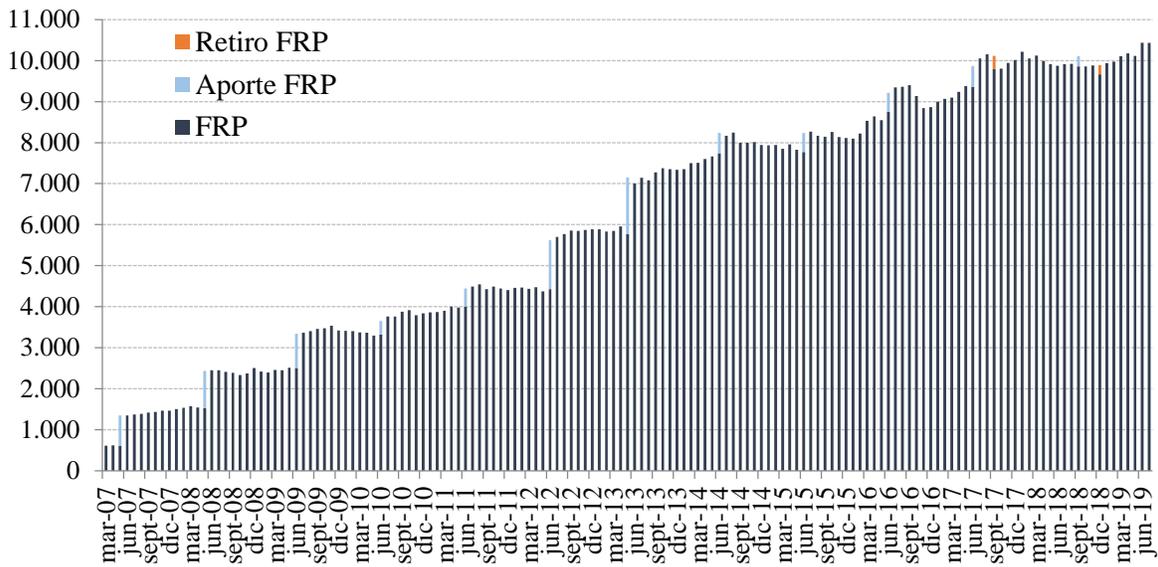
El Fondo de Reserva de Pensiones (FRP) se constituyó el 28 de diciembre de 2006, con un aporte inicial de US\$ 604,5 millones. Su creación responde al escenario demográfico caracterizado por una mayor esperanza de vida y un aumento de la población de tercera edad, lo que implica un desafío para el Estado por cuanto se proyectan mayores costos previsionales futuros, sumado a la necesidad de garantizar pensiones básicas solidarias a quienes no han logrado ahorrar lo suficiente para su jubilación.

Por tanto, el objetivo del FRP es apoyar el financiamiento de las obligaciones fiscales derivadas de la garantía estatal de las pensiones básicas solidarias de vejez y de invalidez, así como los aportes previsionales solidarios considerados en la Reforma Previsional. De este modo, se complementa el financiamiento de futuras contingencias en materia de pensiones.

Conforme a la ley de Responsabilidad Fiscal, la regla de acumulación indica que el FRP se incrementa cada año en un monto mínimo equivalente al 0,2% del producto interno bruto (PIB) del año anterior. Si el superávit fiscal efectivo es superior a 0,2% del PIB, el FRP recibe un aporte equivalente a dicho superávit con un máximo de 0,5% del PIB.

El valor de mercado del FRP al cierre de julio alcanzó US\$10.435,67 millones (ver gráfico N°1). Desde su creación ha recibido aportes por un total de US\$9.477,13 millones, y a la fecha se han efectuado retiros que totalizan US\$1.415,51 millones. Las inversiones financieras netas han generado recursos adicionales por US\$2.374,05 millones durante este periodo.

Gráfico N°1. Valor de Mercado del FRP

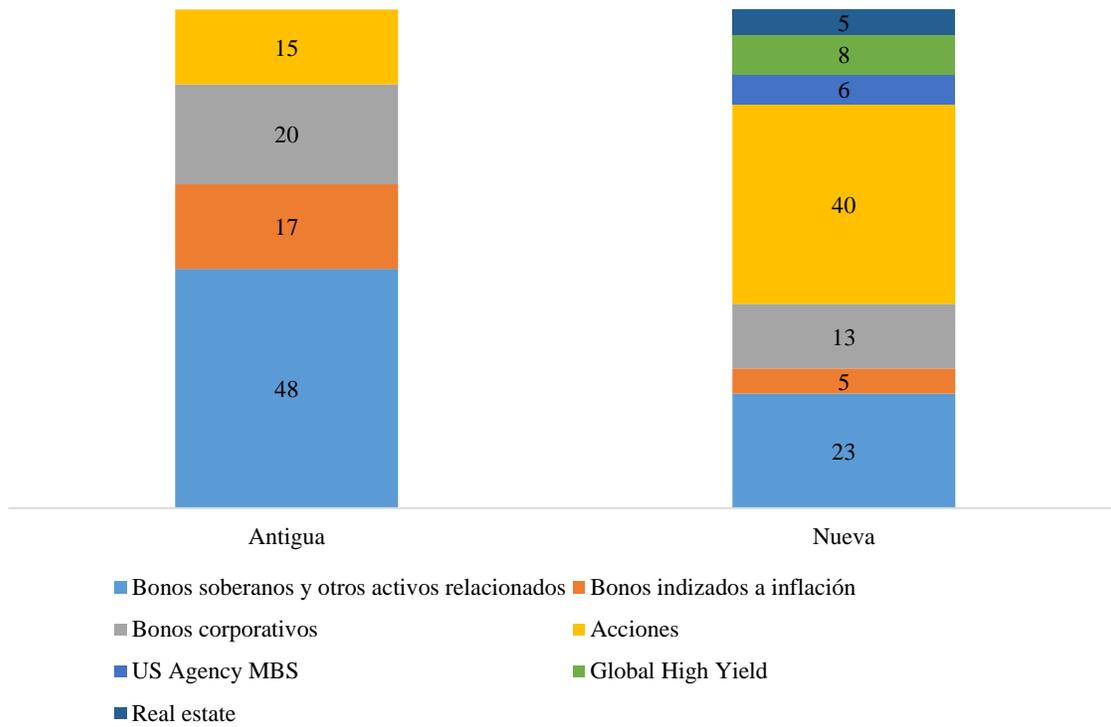


Fuente: Ministerio de Hacienda

2.1.1 Política de Inversión

La política de inversión del FRP fue recientemente modificada de acuerdo a su aprobación en noviembre de 2017 (ver gráfico N°2). El proceso gradual de convergencia hacia la composición estratégica de activos de la nueva política de inversión se inició en el año 2018 y se estima concluir a comienzos del año 2021. Debido a que el principal objetivo de inversión del FRP es generar recursos que permitan financiar parte de las obligaciones fiscales en pensiones, para la nueva política se ha definido el objetivo específico de lograr un retorno esperado anualizado en pesos de al menos 2% por sobre la inflación chilena en un período de 10 años con una probabilidad de al menos 60%. Por su parte, la tolerancia al riesgo establece que no exista una probabilidad mayor al 5% de que su retorno real expresado en pesos, en cualquier año, sea menor a -12%. Se considera que el horizonte de inversión es de mediano a largo plazo, considerando el tamaño y la oportunidad de las obligaciones que debe financiar.

Gráfico N°2 Política de Inversión del FRP



Fuente: Ministerio de Hacienda

Para cada clase de activo de la composición estratégica antes mencionada se ha definido un comparador referencial o *benchmark*, que corresponde a un índice representativo del mercado respectivo (ver tabla N°1).

Tabla N°1 Comparadores referenciales del FRP

Clase de Activo	Porcentaje del portafolio	Benchmark
Acciones	40%	MSCI All Country World Index ex Chile (USD unhedged, con los dividendos reinvertidos) (a)
Bonos Soberanos y otros Activos Relacionados ^(a)	23%	Bloomberg Barclays Global Aggregate: Treasuries Index (USD unhedged)
		Bloomberg Barclays Global Aggregate: Government-Related Index (USD unhedged)
Bonos Corporativos	13%	Bloomberg Barclays Global Aggregate: Corporates Index (USD unhedged)
Bonos de Alto Rendimiento	8%	Bloomberg Barclays Global High Yield Index (USD unhedged)
Bonos con Respaldo de Hipotecas de Agencias de EE.UU.	6%	Bloomberg Barclays US Mortgage Backed Securities Index
Inversión Inmobiliaria	5%	(b)
Bonos Soberanos Indexados a Inflación (real)	5%	Bloomberg Barclays Global Inflation-Linked Index (USD unhedged)

Nota:

(a) Cada subíndice de esta clase de activos se agrega de acuerdo a su capitalización relativa.

(b) Por definir.

Fuente: Ministerio de Hacienda

2.1.2 Administración

El Ministerio de Hacienda representa al Fisco en la administración de los recursos fiscales, los cuales son asesorados por un comité de seis expertos quienes recomiendan la política de inversión de ambos fondos denominado comité financiero.

La administración de los recursos del fondo es delegada a agentes externos, que se encargan de gestionarlos. Por un lado, se contratan administradores externos en el caso de Acciones, Renta Fija Corporativa, Bonos de Alto Rendimiento, y Bonos con Respaldo de Hipotecas de Agencias de

EE.UU. y, por otro lado, el Banco Central de Chile en su calidad de agente fiscal es responsable de los recursos asignados a Renta Fija Soberana y Mercado Monetario.

A comienzos de mayo del 2019 el Ministro de Hacienda le encargó al Presidente del Comité Financiero que analice y recomiende alternativas para incorporar consideraciones de medioambiente, sociales y de gobierno corporativo (de aquí en adelante ESG por sus siglas en inglés) en los procesos de inversión de los fondos soberanos chilenos. Esta decisión va en línea con la tendencia mundial por parte de inversionistas institucionales y fondos soberanos de incorporar criterios ESG en sus decisiones de inversión considerando, además, que la evidencia sugiere que incluirlos no destruye valor. A continuación, se muestra la historia, incorporación, experiencia de otros fondos soberanos y consideraciones por clase de activo en ESG.

2.2 Criterios ESG

2.2.1 Definición e Historia

Los criterios ESG se refieren a las prácticas de: (i) medioambiente: que hace referencia al cambio climático, emisiones de carbono, eficiencia energética, escasez de recursos, contaminación y disponibilidad de agua; (ii) sociales: que incorporan tópicos relacionados a capital humano, condiciones laborales, privacidad y seguridad de datos; y (iii) gobierno corporativo: que incluye temas de directorio, estructuras de propiedad, calidad de la auditoría, corrupción, remuneraciones, ética del negocio y fraude. Los criterios ESG forman parte del universo de Inversión Responsable (IR), y a diferencia de otros enfoques de IR, buscan explícitamente no sacrificar retorno financiero.

La historia de la utilización de criterios ESG para invertir data de 1920, con el surgimiento de la Inversión Socialmente Responsable, sufriendo transformaciones en el concepto a través del tiempo, tal como se muestra en el Recuadro N°1.

Recuadro N°1 Historia, Evolución e hitos relevantes de ESG

1920s Inversión Socialmente Responsable (ISR). Basada en valores religiosos. El primer fondo de ISR fue lanzado en 1928 enfocado en filtros de exclusión en temas sociales como tabaco, alcohol y apuestas.

1930s Inversión Responsable (IR). Las diferentes visiones sobre el aspecto social provocaron la omisión del término “social”. La gran depresión y los escándalos corporativos hicieron que el foco fuese en temas de gobernanza.

1990s Inversión Sustentable (IS) se introduce el componente ecológico y se incrementa la preocupación por el cambio climático.

2000s Inversión ESG. Un hito clave es que se modifica la ley de pensiones del Reino Unido solicitando la consideración de factores ESG en el proceso de inversión. Posteriormente, en 2006 se lanzan los principios para la inversión responsable (PRI), un conjunto de principios patrocinados por las Naciones Unidas.

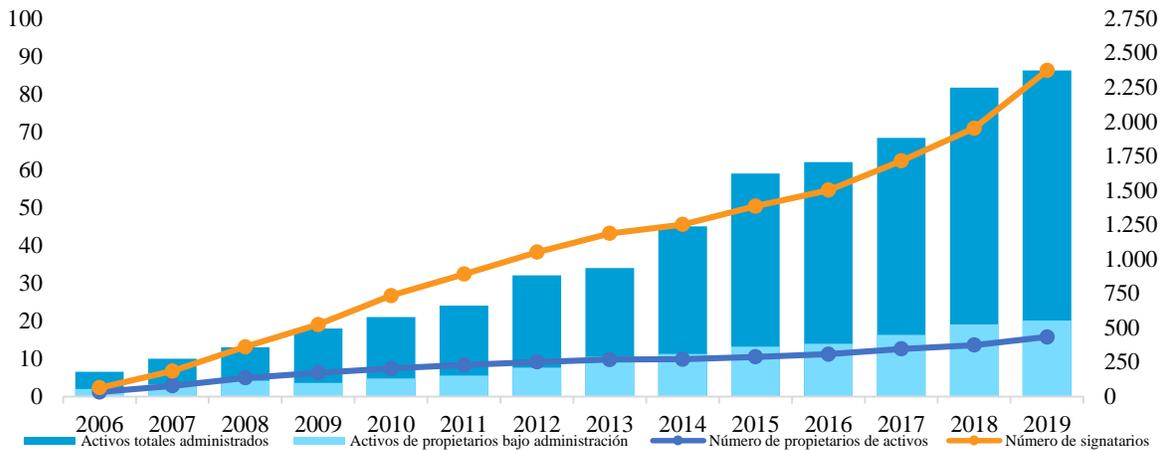
2010s En el año 2014 las inversiones que integran factores ESG alcanzan \$21 billones de dólares. En 2015 se crea el acuerdo de Paris para el cambio climático, y en 2016 la comisión de seguros de California llama a la desinversión en carbón.

Fuentes: BlackRock, 2016 y State Street, 2017.

Los criterios ESG han recibido mayor atención en el último tiempo debido a su estrecha relación con tendencias mundiales tales como la escasez de recursos naturales, cambio climático, cambios demográficos, entre otros. Muchos inversionistas han incorporado este tipo de criterios en las decisiones de inversión ya que consideran que permite un análisis más completo e informado. Algunos consideran que eventualmente permitiría reducir el riesgo o incluso mejorar el retorno esperado. Otros sencillamente lo hacen por consideraciones valóricas acerca de dónde invertir los recursos.

En el gráfico N°3 se muestra el incremento de los suscriptores de los Principios para la Inversión Responsable (PRI) que a abril de 2019 alcanzaba más de dos mil adheridos compuestos por administradores de fondos, fondos soberanos, bancos, etc.

Gráfico N°3 Adheridos a los Principios para la Inversión Responsable (PRI)



Fuente: PRI

Es importante agregar que el PRI reporta que de los activos bajo su asesoría en 2017, la mayoría correspondía a acciones listadas en bolsa.

En el caso chileno, esta mayor preocupación por criterios ESG se ha visto plasmada en algunos eventos como, por ejemplo, que en nuestro país se está desarrollando una nueva estrategia nacional de desarrollo sustentable, y además Chile será sede de la cumbre COP25, con el ministro de Hacienda liderando la Coalición de Ministros de Finanzas para las Acción Climática, dónde deberá analizar medidas para hacer frente a los problemas financieros que genera el cambio climático.

2.2.2 Implementación de criterios ESG al proceso de inversión

Existen distintas alternativas de implementación que buscan integrar los criterios ESG en el proceso de inversión. Ellas son: propiedad activa, filtro positivo, inversión temática, inversión de impacto, integración ESG y filtro de exclusión^{2, 3}.

- a) **Propiedad activa.** Práctica de entablar diálogo con las empresas en cuanto a consideraciones de ESG y ejercer los derechos de propiedad como por ejemplo voto en la junta de accionistas para efectuar cambios al interior de las compañías. Corresponde a la primera opción a la que se debe incurrir.

² Cabe señalar que muchas de ellas se superponen entre sí, por lo que no son alternativas excluyentes.

³ Esta sección fue preparada en base CFA Institute.

- b) **Filtro Positivo.** Consiste en seleccionar compañías que se desempeñen mejor en el ámbito ESG. Dentro de ello, podemos encontrar dos enfoques (1) mejor en la clase: Invertir en compañías que se desempeñan mejor que sus pares en ESG, y (2) *ESG Momentum*: Invertir en compañías que mejoran más rápidamente en mediciones ESG. La selección de instrumentos se basa principalmente en puntajes ESG y *ratings*.

- c) **Inversión Temática:** Se refiere a invertir en base a temas que son generalmente amplios, por ejemplo, tecnologías limpias, inversión inmobiliaria verde, deforestación sustentable, agricultura, educación, y salud.

- d) **Inversión de Impacto:** Se refiere a invertir con la intención de generar beneficios sociales y medioambientales junto a retornos financieros. De acuerdo a la Red Global de Inversión de Impacto⁴ la práctica de este tipo de inversión tiene cuatro características principales: (1) los inversionistas intentan tener un impacto social y/o medioambiental, (2) se espera que las inversiones generen retornos sobre el capital, (3) las inversiones puede que generen retornos bajo la tasa de mercado ajustada por riesgo, y (4) los inversionistas se deben comprometer a medir y reportar el impacto social y medioambiental.

- e) **Integración ESG:** Se refiere a la inclusión explícita y sistemática de los riesgos y oportunidades de ESG al analizar las oportunidades de inversión, por lo que abarca implícitamente filtro positivo, inversión temática, inversión de impacto y filtro de exclusión. Es importante agregar que para un inversionista pasivo no es posible aplicar la integración ESG.

- f) **Filtro de exclusión:** consiste en evitar invertir en instrumentos de compañías o países basándose en valores morales tradicionales y estándares y normas. En las exclusiones basadas en valores el foco está en el negocio de la compañía por lo que son excluidos los sectores completos tal como se realiza en la industria del alcohol, tabaco o apuestas, mientras que, en el filtro basado en normas el foco está en el comportamiento de la empresa en relación a normas internacionalmente aceptadas en áreas como derechos humanos y estándares de trabajo, por lo que la exclusión se realiza a nivel empresa. A pesar de ser el método más antiguo, es la última opción a la que se debe incurrir.

⁴ GIIN por sus siglas en inglés, <https://thegiin.org>.

2.2.3 Experiencia de otros fondos soberanos

En esta sub sección se presenta la experiencia de tres fondos soberanos en actividades relacionadas a ESG. Todos ellos presentan altos estándares y están considerados con el índice máximo de transparencia⁵.

Future Fund (Australia).

- Motivación: La inversión en compañías con buena gestión ambiental, social y de gobierno proporciona mejores rendimientos a largo plazo.
- Adheridos al PRI.
- Considera la exclusión como último recurso en caso de no lograr la mejora en el comportamiento de compañías a través de actividades de propiedad activa.
- Aplican la exclusión para alinearse con compromisos o acuerdos internacionales firmados por el país. De esta forma, si se considera que las actividades de una empresa pueden contravenir algún tratado, se considerará la exclusión de ésta. Actualmente excluyen armas militares y manufactura de tabaco⁶.

Superannuation Fund (Nueva Zelanda).

- Motivación: Las consideraciones de ESG son importantes para los rendimientos de largo plazo, por lo que, éstas deben ser integradas en todos los aspectos de las actividades de inversión del fondo, desde la selección de inversiones y *due diligence* hasta las actividades de propiedad como el monitoreo de los gestores de inversión externos, derecho de voto, e interacción con empresas para mejorar sus políticas y prácticas ESG.
- Adheridos al PRI
- Utilizan como último recurso la exclusión. Esta decisión se basa en los procesos fijados en su *Responsible Investment Framework*, convenciones internacionales, leyes neozelandesas, y decisiones de la corona neozelandesa.
- Las compañías que están involucradas en las siguientes actividades se excluyen del fondo: manufactura de municiones de racimo; manufactura o testeado de artefactos

⁵ En base al índice de Linaburg-Maduell presentado por SWFI. Para mayor información ver <https://www.swfinstitute.org/research/linaburg-maduell-transparency-index>

⁶ Para mayor información, ver www.australiansuper.com/investments/how-we-invest/esg-management

nucleares explosivos; manufactura de minas anti personales; manufactura de tabaco; procesamiento de carne de ballena y cannabis recreacional⁷.

Government Pension Fund Global (Noruega).

- Motivación: Gestionar el fondo de forma responsable para alcanzar el objetivo de inversión con la mayor rentabilidad posible a un nivel de riesgo moderado. La inversión responsable es integrada en la estrategia de inversión.
- Adheridos al PRI.
- Usan propiedad activa para tratar de influir en la gestión de las empresas en las que invierten.
- El fondo tiene dos mecanismos para eliminar la exposición a empresas cuyas actividades pueden ser consideradas no sostenibles. La primera son desinversiones que responden a consideraciones de riesgo y la segunda exclusiones éticas. En la primera, consideraciones de ESG son evaluadas desde la perspectiva de gestión de riesgo del portafolio y se puede desinvertir en empresas con un alto nivel de riesgo. En la segunda, el Ministro de Hacienda ha definido unos Lineamientos de Observación y Exclusión para el Fondo de Pensiones Global noruego, que fueron respaldados por el parlamento, y que incluyen a compañías que produzcan armas que violen principios humanitarios fundamentales, produzcan tabaco o vendan armas, o materiales militares a ciertos países. Otras compañías también pueden ser excluidas si presentan riesgos inaceptables o conductas que se consideren muy poco éticas. También se han incorporado exclusiones de compañías que basen sus actividades en la producción de carbón⁸. El Ministerio de Hacienda nombró a un Consejo de Ética para evaluar empresas y recomendar exclusiones o poner bajo observación a alguna. Sin perjuicio de lo anterior, la decisión de excluir o poner bajo observación recae en el Directorio del Banco Central de Noruega. Al 31 de diciembre de 2017 se ha desinvertido en 216 empresas, se han excluido 133, y se han puesto bajo observación 19⁹.

⁷ Para mayor información, ver www.nzsUPERfund.co.nz/how-we-invest/responsible-investment

⁸ Sujeto a un umbral del 30% de sus actividades provengan del carbón o que sus ingresos provengan en un 30% del carbón. Para mayor detalle, ver <https://www.nbim.no/contentassets/08b0787eae8a4016bd06bfeba0067e32/third-tranche-of-coal-exclusions---grounds-for-decision.pdf>

⁹ Norges Bank (2017).

2.2.4 Aplicación por estilo de administración y clases de activo

Es importante agregar que, por un lado, las consideraciones del tipo ESG han estado históricamente asociadas a las inversiones activas, ya que la administración pasiva impone mayores restricciones, y por otro, la mayoría de las consideraciones ESG se enfocan en la aplicación en acciones listadas en bolsa. El PRI reporta sus activos bajo asesoría para 2017, y el 38% corresponde a acciones listadas en bolsa, seguidas de renta fija (36%), inversión inmobiliaria (4%) y *private equity* (3%).

2.3 Cómo abarcar el problema

Considerando lo expuesto anteriormente, este estudio se sustenta en que, dada la alta exposición a acciones que tendrá el FRP, se analizará la incorporación de los criterios ESG en el portafolio accionario de dicho fondo, y debido a su que es administrado de forma pasiva, siguiendo el índice MSCI ACWI (ex Chile) en el caso de las acciones, se estudiará la alternativa de reemplazar o agregar índices bajos en emisiones de carbono¹⁰.

El origen de los *benchmarks* que consideran variables ESG en el caso de MSCI ACWI es bastante reciente. Existe disponibilidad de datos desde diciembre de 2010 para los índices bajos en huella de carbono, y desde octubre de 2014 para índices ESG que cubren las tres dimensiones.

En línea con los acuerdos internacionales de los cuales Chile forma parte, tal como el acuerdo de Paris, o la coalición de ministros para el cambio climático, y de acuerdo a las acciones que está tomando el gobierno en torno a los temas relacionados a medioambiente, se estudiará la incorporación de índices bajos en emisión de carbono, que cubren la dimensión “E” de ESG en el portafolio accionario del FRP.

Este estudio busca demostrar que incorporar consideraciones para disminuir la huella de carbono en el portafolio accionario del FRP no destruye valor, ni tampoco agrega volatilidad al desempeño del Fondo, por tanto, sería una medida constructiva para el medioambiente sustituir o incorporar el actual índice para las acciones.

¹⁰ En teoría, según lo presentado anteriormente, la primera opción sería la propiedad activa, pero, resulta costoso llevarla a cabo con las más de 2.000 compañías que componen el índice.

III. Revisión de la literatura

El análisis empírico de fondos de Inversión Socialmente Responsables (SRI por sus siglas en inglés) comenzó en 1972 (Moskowitz, 1972). Desde entonces, y con mayor fuerza desde los años 90, numerosos estudios han investigado el desempeño de las inversiones SRI comparando los resultados con el desempeño de activos tradicionales (Schröder, 2007; Brzeszynksky y McIntosh, 2014; Sherwood y Pollard, 2018).

Tales estudios de inversiones SRI pueden ser clasificados en las siguientes categorías (Managi et al, 2012; Brzeszynksky y McIntosh, 2014): (i) aquellos que analizan las acciones de forma individual (ej. Vance, 1975; Derwall et al., 2005; Kempf y Osthoff, 2007; Consolandi et al., 2008; Galema et al., 2012); (ii) aquellos que estudian fondos de inversión SRI (ej. Goldreyer y Diltz, 1999; Bauer et al., 2007; Humphrey y Lee, 2011), y en particular fondos de pensiones (ej. Takens, 2019) y (iii) aquellos que analizan el desempeño de los índices (Kurtz y DiBartolomeo, 1996; Sauer, 1997; Statman, 2000; Schröder, 2007; Consolandi et al., 2008).

En este último grupo que analiza el desempeño de los índices, los estudios comenzaron con el índice pionero que fue Domini 400 Social Index, creado en 1990 (ej. Kurtz y DiBartolomeo, 1996; Sauer, 1997; Statman, 2000) con el objetivo de representar un portafolio bien diversificado que refleje las preocupaciones sociales colectivas (Kinder et al, 1992) creado por Kinder, Lydenberg, Domini & Company (KLD), que es un índice modelado en base al S&P500 (Statman, 2000). Posteriormente, en 1999 fue publicado el Dow Jones Sustainability Index (DJSSI) (ej. Garz et al., 2002; Consolandi et al., 2008; Christofi et al., 2012). Luego, otros proveedores de índices desarrollaron su alternativa SRI, como por ejemplo el FTSE4Good (ej. Brammer et al., 2006; Collison et al., 2009; Brzeszynksky y McIntosh, 2014) que incluye ocho índices para distintas regiones (Collison et al., 2008). Este aumento en la oferta de índices demostró que la inversión SRI se convertía en un movimiento global (Brzeszynksky y McIntosh, 2014).

Sin embargo, la mayoría de los estudios de inversiones SRI se han enfocado en el segundo grupo, es decir, en el análisis del desempeño de fondos mutuos de inversión socialmente responsable (Schröder, 2007). Una de las razones es por la corta duración de las series de tiempo de los índices (Consolandi et al., 2008).

La ventaja de analizar los índices, es que se evalúa directamente el perfil riesgo retorno sin necesidad de filtrar por la habilidad del administrador de cartera, por los costos de transacción, y por el *timing* de las actividades del manejo del fondo (Schöder, 2007; Brammer et al., 2006), por tanto, el uso de

índices permite un análisis más directo para medir la contribución al desempeño de las estrategias SRI.

En general, los resultados de los estudios en este ámbito se clasifican en: (Ziliotto, 2017; Laskowsa, 2018):

- a) Positivo - “*Doing good while doing well*”: resultado positivo y significativo.
- b) Neutral - “sin efecto”: cuando no hay diferencia estadísticamente significativa.
- c) Positivo/neutral – cuando el índice SRI tiene mejores resultados durante una parte del período analizado (ej. crisis), sin embargo, no hay diferencia estadística en los períodos estables.
- d) Negativo – “*Doing good but not too well*”: resultado negativo y significativo.

La tabla N°2 resume los principales estudios de índices SRI. Se puede ver que a pesar de que los estudios académicos en esta área han aumentado sustancialmente en el último tiempo, aún no existe un claro consenso sobre los resultados.

Tabla N°2 Estudios de Índices

Autores	Año	Índice	Período	Resultados
Kurtz y DiBartolomeo	1996	DSI vs S&P500, S&P Midcap	1990-1993	Neutral (positivo, no significativo)
Sauer	1997	DSI vs S&P500 y CRSP Value-Weighted Market Indexes	1986-1994 (a)	SRI no tiene impacto negativo en el desempeño
Kurtz y DiBartolomeo	1999	DSI vs S&P500	1990-1999	Positivo
Statman	2000	DSI vs S&P500	1990-1998	Positivo
Garz, Volk y Gilles	2002	DJSSI vs DJ Stoxx 600	1999-2002	Positivo
Schröder	2007	29 índices accionarios SRI para distintas regiones y de 11 distintos proveedores (DJSI, Ethical, FTSE4Good, Humanix y KLD).	1991-2001 (b)	El filtro SRI no entrega un rendimiento superior pero tampoco inferior comparado a sus <i>benchmarks</i>
Consolandi, Jaiswal-Dale, Poggiani y Vercelli	2008	DJSSI vs SCI	2001-2006	Positivo

Collison, Cobb, Power y Stevenson	2008	FTSE4Good (8 índices) versus base no ESG	1996-2005	Positivo/Neutro (Mejor desempeño antes de 1991, pero después fue peor)
Managi, Okimoto & Matsuda	2012	Índices SRI para US, UK & Japón: US: DJSI y FTSE4Good vs S&P500, UK: FTSE4Good vs FTSE100, JPN: TOPIX vs MS-SRI	2001-2008 (US, UK); 2003-2008 (JPN)	Neutro (no hay diferencia estadística en medias y volatilidad)
Singh	2013	S&P ESG India Index	2005-2012	Positivo/Neutro (durante y post crisis)
Sherwood & Pollard	2018	MSCI EM ESG índices vs no ESG MSCI EM índices	2007-2016	Rendimiento superior y menor volatilidad en mercados emergentes (c)

Nota:

DSI: Domini 400 Social Index

CRSP: Chicago Center for Research in Security Prices

DJSSI: Dow Jones Sustainability Stoxx Index

SCI: Surrogate Complementary Index

TOPIX: Tokyo Stock Price Index

MS-SRI: Morningstar Socially Responsible Investment Index

(a) A pesar de que DSI fue lanzado en mayo de 1990, están disponibles los retornos simulados desde 1986.

(b) Debido a que son 29 índices, las fechas abarcan desde el dato más antiguo al más reciente.

(c) Excepto para Corea, que fue el único índice que presentó menor retorno que su comparativo no ESG.

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los resultados, desde la perspectiva teórica, una línea de argumentación asociada con la hipótesis de mercados eficientes sugeriría que, a nivel individual de la firma, bajo ciertos supuestos, en el equilibrio el gasto en actividades SRI sería a tal punto que el beneficio marginal es cero. Así, los retornos de las firmas SRI y las no SRI debiesen ser el mismo.

A nivel de portafolio, sin embargo, el inversionista se enfrenta a un universo restringido de instrumentos lo cual desplaza su frontera reduciendo la eficiencia del portafolio (Sauer, 1997).

Finalmente, una tercera línea argumentativa sugiere que la mejora en responsabilidad social por parte de las firmas entregaría un mejor retorno debido a la mejora en el desempeño operativo de la firma, que debería estar reflejado en el precio de la acción. En este sentido, este tipo de instrumentos debiera ser interesante de incluir en los portafolios de los inversionistas institucionales los cuales afectan de manera positiva en los mercados de capitales y el crecimiento económico (Ruiz, 2018).

Considerando lo anterior, es posible argumentar una relación positiva, negativa o la neutralidad entre el desempeño financiero de una firma y las actividades SRI (Brammer et al, 2006).

Uno de los problemas que frecuentan muchos de los estudios es que comparan dos índices, de los cuales uno está contenido en el otro ya que el índice oficial incluye a las compañías del índice SRI, por lo que el desempeño del índice no está correctamente medido de forma aislada (Galema et al., 2009; Consolandi et al., 2008).

Otra limitación es que no distinguen entre los períodos en que los retornos fueron simulados versus el origen oficial del índice, debido a que las series eran muy cortas (ej. Garz et al., 2002).

En cuanto a la metodología, el enfoque más común en la literatura para testear el desempeño es mediante el alfa de Jensen¹¹ (Ziliotto, 2017; Collison et al., 2008 y Schröder, 2007) el cual se obtiene a través del modelo CAPM.

El modelo multi-factor, que considera la exposición a factores de riesgo adicionales, ha sido también ampliamente usado. Carhart (1997) extendió el modelo de tres factores agregando un factor de momentum (MOM) (ej. Brzeszynsky y McIntosh, 2014).

El test de *spanning* para media-varianza (Huberman & Kandel, 1978) es frecuentemente utilizado en estudios que buscan comparar la frontera eficiente en un universo de inversión restringido, en el que ciertos activos son excluidos (Schröder, 2007; Galema, 2009; Dewandararu et al., 2014)

De Roon, Nijman y Werker (2001) extendieron este test al considerar las fricciones de mercado como restricciones de venta corta y costos de transacción, mientras que Zhou y Kan (2012) propusieron un procedimiento tipo *step-down* para testear si la exclusión de algunos activos disminuye las oportunidades de diversificación en términos de retornos perdidos (primer paso) o reducción de retornos perdidos (segundo paso) (Zilotto, 2017).

¹¹ Jensen, 1968

IV. Metodología y Datos

4.1 Índices

Se utilizarán los índices low carbon Target y low carbon Leaders de la familia MSCI ACWI. Este último es el actual comparador referencial para el portafolio accionario del FRP¹².

Ambos índices corresponden a una variación del MSCI ACWI, incluyen acciones de categoría *large-cap* y *mid-cap* de 23 mercados desarrollados y 26 mercados emergentes y utilizan la información que les provee MSCI ESG Carbon Metrics de MSCI ESG Research Inc. A continuación, se señalan aspectos metodológicos que los diferencian entre sí.

4.1.1 MSCI ACWI Low Carbon Target Index

De aquí en adelante LC Taget - Este índice está diseñado para inversionistas que deseen manejar los riesgos asociados a la transición a una economía baja en carbono mediante la sobre ponderación de compañías con bajas emisiones de carbono relativas a las ventas, y aquellas con bajo potencial de emisiones de carbono por dólar de capitalización de mercado, por tanto, aplica un filtro positivo. El índice utiliza el presupuesto de riesgo de 30 puntos base de tracking error ex ante. Este índice fue lanzado el 23 de septiembre de 2014, y los datos anteriores a dicha fecha fueron simulados.

La metodología contempla un proceso de optimización con las siguientes restricciones:

- i) Minimizar la exposición al carbón sujeto a un presupuesto de riesgo de 30 puntos base
- ii) El máximo peso de un constituyente está restringido a 20 veces el peso en el índice MSCI ACWI
- iii) El peso asignado por país no se debe desviar más que +/- 2%
- iv) El peso asignado por sector no se debe desviar más que +/- 2%, a excepción del sector energía que no tiene restricción

¹² Para el caso del FRP se utiliza “ex Chile”, sin embargo, en el análisis de los índices no se excluirá Chile.

4.1.2 MSCI ACWI Low Carbon Leaders Index

De aquí en adelante LC Leader - Este índice abarca dos dimensiones de la exposición al carbono: las emisiones y las reservas de combustibles fósiles mediante la exclusión de empresas que sean más intensivas en tales actividades. El objetivo es lograr al menos un 50% de reducción en la huella de carbono, pero también mantener una exposición amplia y consistente al mercado minimizando el tracking error con respecto al MSCI ACWI. La metodología excluye a las compañías ubicadas en el 20% superior en cuanto a intensidad de emisiones de carbono, con un máximo de 30% según el peso por sector. También excluye a los principales propietarios de reservas de combustibles fósiles por dólar de capitalización de mercado, que representan un 50% de las reservas en el MSCI ACWI. Por tanto, se aplica la exclusión. Este índice fue lanzado el 16 de septiembre de 2014, y los datos anteriores a dicha fecha fueron simulados. El índice se re-balancea dos veces en el año con el objetivo de minimizar el tracking error ex ante relativo al *benchmark*, sujeto a las siguientes restricciones:

- i) Rotación < 10% semianual,
- ii) Sector < 2% sobre o sub ponderación, y,
- iii) País < 2% sobre o sub ponderación.

En cuanto al desempeño de los índices, los peores años fueron el 2011 y 2018, y los mejores el 2013 y el 2017. Se puede apreciar que ninguno de los tres índices es sistemáticamente mejor que los otros. Si se compara año a año, LC Leaders tiene el mejor desempeño en tres años al igual que LC target, y MSCI ACWI tiene el mejor desempeño en dos años (ver tabla N°3).

Tabla N°3 rentabilidad por año (%)

Año	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
2011	-7,20	-7,37	-7,35
2012	17,17	16,71	16,13
2013	22,93	23,83	22,8
2014	4,42	3,83	4,16
2015	-1,82	-1,54	-2,36
2016	7,27	7,38	7,86
2017	23,59	23,93	23,97
2018	-9,78	-9,36	-9,41

Fuente: Bloomberg

La tabla N°4 muestra el perfil de riesgo retorno para los índices. Se puede ver que la desviación con respecto al MSCI ACWI es mayor para LC Leaders, y por otro lado, LC Target registra mayor rotación de activos. Además, el ratio de sharpe es mejor para los índices LC.

Tabla N°4 Perfil de riesgo retorno

			Desv. Estándar anualizada ¹³		Ratio de Sharpe ¹⁴		
	TE (a)	rotación	3 años	5 años	3 años	5 años	DI (b)
	(%)	(%)	(%)	(%)			
LC Target	0,42	13,07	11,19	11,82	0,77	0,51	0,67
LC Leaders	0,43	9,79	11,14	11,8	0,79	0,52	0,68
MSCI ACWI	0	2,78	11,15	11,76	0,78	0,5	0,66

NOTA:

(a) TE (Tracking Error) indica la desviación con respecto al índice MSCI ACWI

(b) DI (Desde Inicio) se considera el 30-11-2010

Fuente: MSCI (2019)

Con respecto a las características de los índices, la tabla N°5 muestra los constituyentes de cada uno de ellos. MSCI ACWI es el índice que presenta mayor número de instrumentos, seguido de LC Target y de LC Leaders. Lo anterior es debido a que LC Leaders aplica criterios de exclusión. En cuanto a los principales constituyentes, para todos ellos el orden es el mismo. Se puede apreciar que existe un sobre-ponderación en las diez compañías de la tabla n°5 para los índices LC.

¹³ Calculada en base a retornos mensuales netos.

¹⁴ Calculado en base a retornos mensuales netos y se considera la tasa libor a un mes en dólares como la tasa libre de riesgo.

Tabla N°5 Constituyentes

	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
Constituyentes	1.852	2.176	2.844
Top 10 (%)			
Apple	2,15	2,16	2,14
Microsoft corp	2,14	2,14	2,12
Amazon.com	1,69	1,67	1,66
Facebook A	0,99	0,99	0,99
JPMorgan Chase & Co	0,8	0,82	0,81
Alphabet C	0,8	0,82	0,82
Alphabet A	0,8	0,78	0,78
Johnson & Johnson	0,78	0,76	0,74
Nestle	0,71	0,74	0,7
Exxon mobil corp	0,70	0,73	0,67

Fuente: MSCI (2019)

Por sector, se puede ver en la tabla N°6 que LC Target es el que más se desvía con respecto al MSCI ACWI, destacando la sub-ponderación en el sector energía.

Tabla N°6 Ponderación por sector

	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
Financiero	18,12	17,79	16,81
Tecnologías de la Información	16,35	16,34	16,36
Cuidado de la salud	11,18	11,55	11,27
Consumo discrecional	11,03	10,95	10,87
Industrial	11,78	9,99	10,43
Servicios de comunicación	9,12	9,33	8,89
Consumo no cíclico	8,6	7,68	8,39
Energía	3,87	5,31	5,71
Materiales	3,67	4,44	4,79
Servicios básicos	2,97	3,44	3,28
Inmobiliario	3,32	3,18	3,21

Fuente: MSCI (2019)

Por país, las desviaciones son mucho menores. Estados Unidos concentra más de la mitad de cada índice, seguido por Japón, Reino Unido y China. En los índices LC se aprecia una pequeña subponderación en Estados Unidos y Reino Unido, y sobre ponderación en Japón y China.

Tabla N°7 Ponderación por país

	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
Estados Unidos	55,58	55,21	55,93
Japón	7,14	7,23	7,07
Reino Unido	4,72	4,84	4,91
China	3,89	3,71	3,68
Otros	28,67	29,02	28,41

Fuente: MSCI (2019)

4.2 Metodología de investigación

El principal objetivo de este estudio es medir el desempeño de los índices LC en el período comprendido entre diciembre de 2010 y julio de 2019 en comparación con el índice MSCI ACWI, diferenciando entre el período en que los índices fueron lanzados de forma oficial, ya que los retornos para fechas anteriores fueron simulados por Bloomberg.

Los retornos fueron calculados de forma semanal de miércoles a miércoles y transformados a logaritmo con el objetivo de tener datos más normalmente distribuidos y que satisfagan supuestos de los test estadísticos (Strong, 1992; Collison et al., 2009)

$$R_{it} = [\ln(P_{it}/P_{it-1})] * 100 \quad (1)$$

Donde R_{it} representa el retorno semanal para el índice i , P_{it} es el valor del índice i en el día t , y \ln representa logaritmo natural.

Para analizar el comportamiento de la integración de los criterios ESG, en primer lugar, se utilizarán métricas comúnmente utilizadas en la literatura (Sherwood y Pollard, 2018), que buscan identificar el efecto de la incorporación de los criterios ESG en los retornos y la volatilidad del portafolio del FRP. Luego, se aplica el alfa de Jensen y se realiza un test de *spanning* para evaluar en qué medida los índices LC pueden ser sustitutos del MSCI ACWI actual. Finalmente se evalúa el desempeño del fondo mediante un análisis con datos históricos.

4.2.1 Medidas

Este estudio utiliza indicadores técnicos para medir el riesgo y el premio obtenido en base al análisis desarrollado por Sheerwood y Pollard (2017) quienes estudian el retorno ajustado por riesgo de los índices ESG para distintos mercados emergentes. A su vez, la metodología de estos autores se basa

en el trabajo de Janik y Bartkowiak (2015), quienes comparan índices de responsabilidad social en Europa del centro y del este.

Los indicadores que consideran clave para medir el impacto de la incorporación de consideraciones ESG sobre el riesgo y el retorno son: ratio de Sharpe, ratio de Sortino, VaR, y el ratio de omega.

- El ratio de Sharpe es calculado utilizando la siguiente fórmula

$$\frac{r_i - r_f}{\sigma_i}$$

Donde r_i representa el retorno esperado del índice, r_f representa la tasa libre de riesgo, y σ_i representa la desviación estándar del índice. Para la tasa libre de riesgo se utiliza la tasa del bono del tesoro americano a 1-3 años.

- El ratio de sortino mide el riesgo de pérdida y es calculado utilizando la siguiente fórmula

$$\frac{\langle r \rangle - r_f}{\sigma_d}$$

Dónde $\langle r \rangle$ representa el mínimo retorno aceptado, r_f la tasa libre de riesgo, y σ_d la desviación estándar del retorno de los activos que están por debajo del retorno mínimo aceptado. Este estudio utiliza el retorno promedio del índice MSCI ACWI como mínimo retorno aceptado. La tasa libre de riesgo es medida usando la tasa del bono del tesoro americano a 1-3 años.

- El ratio de omega compara las ganancias ponderadas versus las perdidas ponderadas. Se utiliza para medir el retorno potencial de una inversión basada en retornos y niveles de riesgos históricos. Es calculado utilizando la siguiente fórmula

$$\int_r^b \frac{(1 - F(x))dx}{\int_a^r F(x)dx}$$

donde r representa el umbral de retorno y F es la función de densidad acumulada de los retorno. Para efectos del análisis el retorno mínimo aceptado corresponde a la tasa libre de riesgo que es la tasa del bono del tesoro americano a 1-3 años.

- El VaR (Value at Risk) utiliza datos históricos para medir el escenario de máxima pérdida esperada a cierto nivel de confianza en cierto período de tiempo y matemáticamente se define como:

$$VaR = \mu - c(\alpha) \cdot \sigma$$

Donde μ representa la media de los retornos, c una constante cuyo valor depende del nivel de significancia (α) y σ representa la desviación estándar de los retornos.

4.2.2 Test de Spanning

La ecuación para medir el desempeño de los índices LC se realiza mediante la regresión lineal

$$r_{i,t}^{LC} = \alpha_i + \beta_i r_{i,t}^{bmk} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Donde $r_{i,t}^{LC}$ representa el exceso de retorno del índice LC el cual es explicado por el alfa de Jensen (α_i) que muestra el retorno adicional que no es explicado por la exposición con respecto al *benchmark*, $r_{i,t}^{bmk}$ representa el exceso de retorno del *benchmark*, que en este caso corresponde al MSCI ACWI, y es ponderado por el coeficiente β_i , el cual se utiliza para comparar el riesgo relativo del índice LC. Como en el modelo CAPM¹⁵, un $\beta_i > 1$ indica que el riesgo del índice LC es mayor comparado al MSCI ACW, mientras que un $\beta_i < 1$ indica lo opuesto. El exceso de retorno se calcula considerando como la tasa libre de riesgo al retorno del bono del tesoro americano de entre 1 y 3 años¹⁶.

La hipótesis conjunta a testear, que representa al test de *spanning* (Huberman y Kandel, 1987) es

$$H_0: \alpha_i = 0 \text{ y } \beta_i = 1$$

Estas restricciones pueden ser testeadas con un test de Wald estándar, que es asintóticamente distribuido con dos grados de libertad (Galema, 2002). Si la hipótesis nula no es rechazada, el índice LC puede ser replicado por el MSCI ACWI. De esta forma, invertir MSCI ACWI es, en promedio, equivalente a invertir en el índice LC, sin diferencias en el riesgo retorno. Huberman y Kandel (1987)

¹⁵ Capital Asset Pricing Model.

¹⁶ La serie de retornos se extrajo desde Barclays.

han sugerido un estadístico con una muestra finita ya que el test asintótico puede ser erróneo en muestras finitas. Tal estadístico es una versión del ratio de verosimilitud con una distribución F.

La estimación de la ecuación (2) es directa ya que, a diferencia de los análisis de fondos de inversión, no se requiere controlar por el *market timing* para evitar que el alfa de Jensen resulte sesgado, y controlar por la habilidad del administrador de la cartera (Schöroder, 2007).

Para estimar la ecuación (2) se utilizan Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y, además, se estima con el Método Generalizado de Momentos (MGM), de acuerdo a las críticas que ha recibido el test de *spanning* (Kan y Zhou, 2012). En ambos casos se corrige la matriz de varianza-covarianza de los residuos mediante Newey y West (1987) debido a la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad en los errores.

V. Estadística Descriptiva

Como se mencionó anteriormente, se utilizan los retornos semanales medidos de miércoles a miércoles, lo cual resulta en 454 datos. Se puede apreciar en la tabla N°8 que, por un lado, el índice LC Leaders ha obtenido mejores resultados en promedio comparado a los otros dos índices, y su desviación ha sido menor que la del índice base, lo que lo posiciona como el mejor en cuanto a retorno ajustado por riesgo. Por otro lado, el índice Low Carbon Target presenta mejores resultados en promedio que el MSCI ACWI y es que presenta menor volatilidad en el período analizado.

Tabla N°8

	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
Media	0,14%	0,15%	0,14%
Mediana	0,35%	0,34%	0,37%
Máximo	7,44%	7,38%	7,38%
Mínimo	-11,05%	-11,09%	-11,11%
Desv. Estándar	1,88%	1,89%	1,89%
Retorno/Riesgo	7,67	7,68	7,49
Retornos > 0 (a)	59,47%	59,69%	59,91%
Retornos < 0 (b)	40,53%	40,31%	40,09%
Asimetría	-0,76	-0,77	-0,76
Curtosis	6,8	6,9	6,9
Jarque-Bera	320	330	329
Probabilidad	0,00	0,00	0,00
Observaciones	454	454	454

Nota:

(a) Retornos > 0 muestra la cantidad de veces medida como porcentaje que el retorno fue igual o mejor que cero.

(b) Retornos < 0 muestra la cantidad de veces medida como porcentaje que el retorno fue menor que cero.

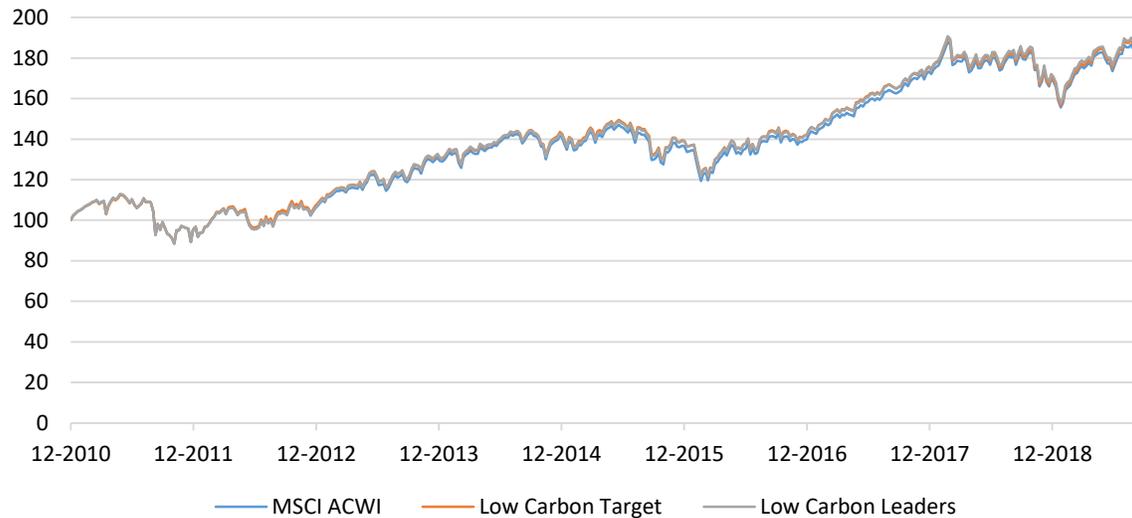
Fuente: elaboración propia

Para todos los índices, el retorno más bajo fue registrado el 10 de agosto de 2011, sin embargo, el que registró menor retorno semanal fue el MSCI ACWI, pero, por otro lado, registra menor frecuencia de resultados negativos.

Con respecto al tercer y cuarto momento, se puede apreciar que las tres distribuciones son asimétricas y están cargadas hacia la izquierda. Todas ellas son distribuciones leptocúrticas, es decir, hay una menor concentración de datos en torno a la media, por lo que las colas son más pesadas. El supuesto de normalidad es rechazado en base al test de Jarque Bera para los tres índices.

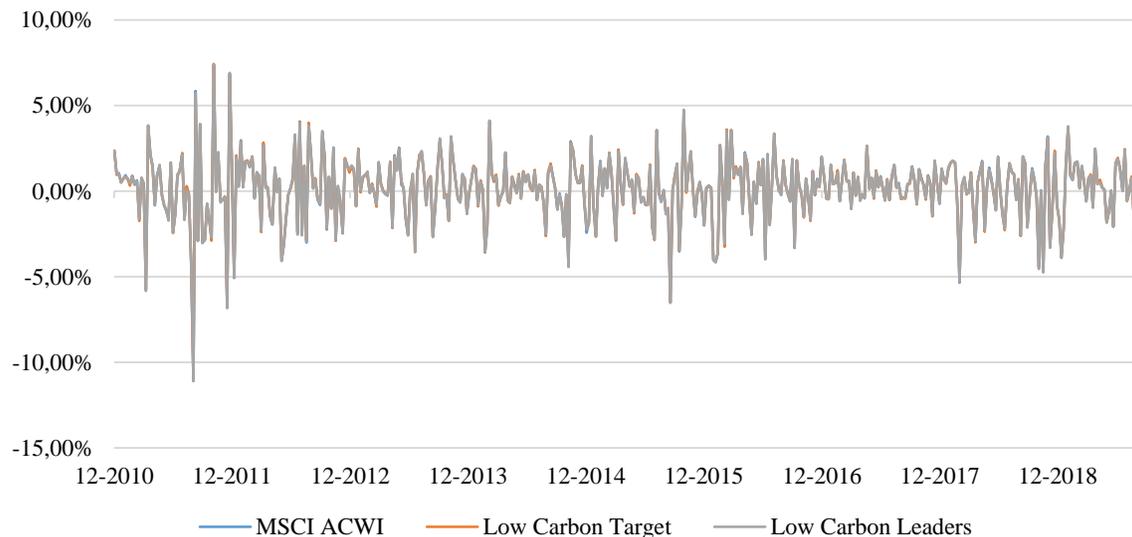
En el gráfico N°4 se puede ver que los tres índices están altamente correlacionados, mientras que en el gráfico N°5 se muestra la volatilidad medida como la desviación estándar. Se puede apreciar que el año 2011 fue el más volátil de la muestra.

Gráfico N°4 Evolución índices (Retornos semanales desde diciembre 2010 hasta agosto 2019)



Fuente: elaboración propia

Gráfico N°5 Volatilidad (Desviación estándar retornos semanales)



Fuente: elaboración propia

VI. Resultados

El resultado del ratio de Sharpe, ratio de Sortino, y ratio de Omega se muestran en la tabla N°9. Con respecto al ratio de Sharpe, se puede apreciar que LC Leaders y LC target en ocho de los nueve años presentados son mejor que MSCI ACWI, destacando LC Leaders que se desempeñó mejor un 44% de las veces. Con respecto al ratio de Sortino, se puede ver que en el 56% de los casos MSCI ACWI presenta peor ratio que los índices LC. Destaca LC Target que un 44% del tiempo es el mejor, y un 11% el peor. El ratio de Omega muestra resultados más favorables para MSCI ACWI versus los ratios de sharpe y sortino. Ello debido a que se ponderan más las pérdidas. De todas formas, con esta medida en 4 de 9 años LC Leaders se desempeña mejor que los otros índices.

Para los tres indicadores, se puede ver que el año 2016 fue mejor para MSCI ACWI comparado con los otros índices LC, mientras que los años 2012 y 2015 el mejor índice fue LC Leaders, y en 2019 el mejor fue LC Target. Lo anterior muestra que, a pesar de las distintas metodologías de los índices, los resultados indican que hay consenso en de que la mayor parte del tiempo el retorno ajustado por riesgo es mejor para los índices LC.

Tabla N°9 Ratio de Sharpe, Sortino y Omega

Año	Sharpe			Sortino			Omega		
	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
2011	-2,89	-2,93	-2,92	1,97	1,96	1,96	0,84	0,84	0,84
2012	7,89	7,67	7,36	5,33	5,36	5,18	1,44	1,47	1,46
2013	14,13	14,57	14,34	6,01	6,03	6,44	1,96	1,93	1,98
2014	2,37	2,00	2,18	5,10	5,02	4,94	1,16	1,18	1,16
2015	-1,32	-1,16	-1,62	4,13	4,14	4,10	0,94	0,95	0,96
2016	3,21	3,28	3,51	3,88	3,88	3,91	1,17	1,15	1,15
2017	25,50	25,97	25,95	19,68	18,37	17,35	3,32	3,25	3,31
2018	-6,10	-5,85	-5,85	3,19	3,16	3,16	0,72	0,71	0,72
2019	5,24	4,83	4,79	3,24	3,15	3,19	1,61	1,66	1,62

Fuente: elaboración propia

Este mismo ejercicio es realizado para la muestra dividida en datos simulados, datos reales y muestra completa. En ella se puede ver que con la metodología del ratio de Sharpe y el ratio de Omega, MSCI ACWI se desempeña peor en todos los escenarios. En el caso del ratio de sortino, hay resultados mixtos aunque en la muestra completa se posiciona LC Target como el mejor.

Tabla N°10 Ratio de Sharpe, Sortino y Omega para datos simulados y reales

	Sharpe			Sortino			Omega		
	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI	LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
DS / LCT	14,67	-	14,15	17,07	-	17,01	1,25	-	1,24
DS / LCL	-	14,97	14,61	-	17,59	17,61	-	1,25	1,24
DR / LCT	11,80	-	11,56	14,37	-	14,36	1,12	-	1,12
DR / LCL	-	11,41	10,95	-	13,53	13,51	-	1,13	1,12
DMC	27,02	27,03	26,22	32,14	31,99	32,04	1,18	1,18	1,18

Nota:

DS = Datos simulados

DR = Datos reales

DMC = Datos muestra completa

LCT = LC Target

LCL = LC Leaders

Fuente: elaboración propia

La tabla N°11 muestra los resultados para el VaR al 1% y 5% de confianza con frecuencia diaria, semanal y mensual. Se puede apreciar que los resultados son mixtos ya que, por ejemplo, en un día la máxima pérdida esperada tanto al 1% como el 5% es mayor para LC Leaders, mientras que para una semana, la máxima pérdida esperada al 1% de confianza es mayor para MSCI ACWI, y al 5% de confianza es mayor para LC Target.

Tabla N°11 Resultados VaR

		LC Target	LC Leaders	MSCI ACWI
Datos diarios	VaR al 1%	-2,22%	-2,23%	-2,22%
	VaR al 5%	-1,24%	-1,25%	-1,24%
Datos semanales	VaR al 1%	-5,11%	-5,16%	-5,21%
	VaR al 5%	-3,16%	-3,06%	-3,03%
Datos mensuales	VaR al 1%	-9,25%	-9,48%	-9,44%
	VaR al 5%	-7,24%	-7,23%	-7,16%

Fuente: elaboración propia

En cuanto a la estimación de la ecuación (2), se divide la muestra en dos partes. La primera de ellas incluye los datos que fueron simulados (198 observaciones para LC Leaders, y 199 para LC Target) y la segunda incluye la segunda mitad que son datos verdaderos (256 observaciones para LC Leaders y 255 para LC Target), y además se estimada para la muestra completa. Se realiza mediante el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y mediante el Método de Generalizado de Momentos (MGM), ambos con la corrección de la matriz de varianza-covarianza de Newey y West (1987) debido

a la presencia de autocorrelación y heterocedasticidad en los errores. Se estima el test de *spanning* mediante el test de Wald con las dos restricciones. Los resultados se muestran en la tabla N°12.

Tabla N°12 Resultados estimación

Índice	modelo	muestra	R-cuadrado ajustado	Alfa	Beta	Test de <i>Spanning</i>
				$H_0: \alpha = 0$	$H_0: \beta = 1$	
LC Leaders	MCO	completa	0,999	0,004	0,999***	no rechaza
LC Leaders	MGM	completa	0,998	0,007	0,973***	no rechaza
LC Leaders	MCO	simulada	0,998	0,004	1,001***	no rechaza
LC Leaders	MGM	simulada	0,998	0,007	0,984***	no rechaza
LC Leaders	MCO	verdadera	0,999	0,003	0,996***	rechaza*
LC Leaders	MGM	verdadera	0,997	0,003	1,046***	no rechaza
LC Target	MCO	completa	0,999	0,003	0,996***	no rechaza
LC Target	MGM	completa	0,999	0,003	0,995***	no rechaza
LC Target	MCO	simulada	0,998	0,006	0,997***	no rechaza
LC Target	MGM	simulada	0,998	0,007	0,99***	no rechaza
LC Target	MCO	verdadera	0,999	0,002	0,995***	no rechaza
LC Target	MGM	verdadera	0,997	0,004	0,96***	no rechaza

Nota: *, **, *** indica que H_0 es rechazada a un nivel de confianza de 10%, 5% y 1% respectivamente.

Fuente: elaboración propia

Debido a que el test de *spanning* representado por la hipótesis nula ($H_0: \alpha_i = 0$ y $\beta_i = 1$) no es rechazado en la mayoría de los casos, entonces se puede concluir que los índices bajos en emisión de carbono pueden replicar al comparador referencial. Dicho de otro modo, invertir en los índices LC es en promedio equivalente a invertir en el índice MSCI ACWI.

Para el único caso en que rechaza la hipótesis nula al 10% de confianza es en el modelo de LC Leaders para la segunda parte de la muestra mediante una estimación MCO, sin embargo, al estimarlo con el método MGM no se rechaza la hipótesis nula.

En la sexta columna de la tabla N°12 se presentan los resultados de la regresión para β . Para todos los resultados el valor es significativo y sólo en uno de las doce estimaciones resulta ser mayor que uno. El hecho de que en la mayoría sea menor que uno indica que el riesgo asociado al índice LC es menor que el riesgo asociado al índice MSCI ACWI.

Los resultados del test de Wald se muestran en detalle en las tablas N°13 y N°14.

Tabla N°13 Resultados del test de Wald para LC Leaders

LC Leaders					
Muestra	Modelo	Test estadístico	Valor	gl	Probabilidad
Muestra completa	MCO	Estadístico F	0,896398	(2, 452)	0,4088
		Chi-cuadrado	1,792796	2	0,408
	MGG	Estadístico F	0,752906	(2, 451)	0,4716
		Chi-cuadrado	1,505812	2	0,471
Datos simulados	MCO	Estadístico F	0,328243	(2, 196)	0,7206
		Chi-cuadrado	0,656486	2	0,7202
	MGG	Estadístico F	0,543297	(2, 195)	0,5817
		Chi-cuadrado	1,086594	2	0,5808
Datos reales	MCO	Estadístico F	2,388287	(2, 254)	0,0938
		Chi-cuadrado	4,776574	2	0,0918
	MGG	Estadístico F	0,266547	(2, 254)	0,7662
		Chi-cuadrado	0,533094	2	0,766

Fuente: elaboración propia

Tabla N°14 Resultados del test de Wald para LC Target

LC Target					
		Test estadístico	Valor	gl	Probabilidad
Muestra completa	MCO	Estadístico F	2,211516	(2, 452)	0,1107
		Chi-cuadrado	4,423031	2	0,1095
	MGG	Estadístico F	0,443055	(2, 451)	0,6424
		Chi-cuadrado	0,88611	2	0,6421
Datos simulados	MCO	Estadístico F	0,993582	(2, 197)	0,3721
		Chi-cuadrado	1,987164	2	0,3702
	MGG	Estadístico F	0,782565	(2, 196)	0,4587
		Chi-cuadrado	1,565131	2	0,4572
Datos reales	MCO	Estadístico F	1,976593	(2, 253)	0,1407
		Chi-cuadrado	3,953185	2	0,1385
	MGG	Estadístico F	0,095618	(2, 253)	0,9088
		Chi-cuadrado	0,191235	2	0,9088

Fuente: elaboración propia

En ambas se puede ver que se rechaza la hipótesis nula en la mayoría de los casos, a excepción de LC Leaders en la segunda mitad mediante la estimación MCO.

Para finalizar, se realiza un ejercicio con los datos históricos en dos escenarios. Desde 2018 el FRP está convergiendo a la nueva política de inversión, por lo que se definió un plan de implementación gradual (ver tabla N°15). Así, los aportes serán destinados a acciones y los retiros serán efectuados en lo instrumentos de renta fija soberana.

Tabla N°15 Plan de implementación de la nueva política de inversión

	Bonos Soberanos y Otros Activos Rel.	Bonos Soberanos Indexados a la Inflación	Bonos Corp.	Acciones	Bonos con Respaldo de Hipotecas de Agencias de EE.UU.	Bonos de Alto Rend.	Inversión Inmob.
dic-17	48	17	20	15	0	0	0
jun-18	44	17	20	19	0	0	0
ene-19	39	11	13	23	6	8	0
jun-19	35	11	13	27	6	8	0
ene-20	32	5	13	31	6	8	5
jun-20	28	5	13	35	6	8	5
ene-21	23	5	13	40	6	8	5

Fuente: Ministerio de Hacienda

El primer escenario base corresponde a la situación actual que es invertir el aporte en acciones en el índice MSCI ACWI ya que es el comparador referencial definido para esta clase. En segundo escenario alternativo se destina el 50% de aporte al índice LC Target y el 50% al índice LC Leaders (ver tabla N°16).

Tabla N°16 Simulación de escenarios (montos en USD)

Mes	Aporte total	Escenario 1 - Base			Escenario 2 - Alternativo		
		LCT	LCL	MSCI ACWI	LCT	LCL	MSCI ACWI
Sep-2018	\$278.000.000	-	-	\$ 278.000.000	\$139.000.000	\$139.000.000	-
Ene-2019	\$528.000.000	-	-	\$ 528.000.000	\$264.000.000	\$264.000.000	-
Jun-2019	\$315.000.000	-	-	\$ 315.000.000	\$157.500.000	\$157.500.000	-

Fuente: elaboración propia

Como resultado, omitiendo los costos de transacción y administración, se obtiene que el escenario 2 genera recursos adicionales por US \$2.632.030 dólares versus el escenario base de invertir todo el aporte en MSCI ACWI (ver tabla N°17).

Tabla N°17 Resultados simulación

Fecha		Escenario 1 - Base	Escenario 2 - Alternativo
26-09-2018	Valor de mercado inicial	\$ 1.661.838.960	\$ 1.661.838.960
15-08-2019	Valor de mercado final	\$ 2.725.929.742	\$ 2.728.561.772
	Retorno acciones	-3,5%	-3,3%
	Diferencia		\$ 2.632.030

Fuente: elaboración propia

De esta forma, si se hubiesen destinado únicamente los aportes de recursos a los índices bajos en emisión de carbono, se tendría un diferencial positivo con respecto a la situación actual en términos brutos.

Al incorporar los costos de transacción, si realizamos los siguientes supuestos en base a información histórica:

- (i) Costo de transacción promedio anual de 0,3 puntos base para transacciones asociadas a la compra y venta de instrumentos debido a los rebalances trimestrales para MSCI ACWI.
- (ii) Costo de transacción de 5,6 puntos base para transacciones relacionadas a los flujos de caja tales como aportes y retiros.

Por un lado, si consideramos que MSCI ACWI tiene una rotación de 2,78%, y suponemos una relación lineal entre la rotación y el costo de transacción asociado a los rebalances, el costo de transacción para LC Target y LC Leaders sería de 1,5 y 1,1 puntos base respectivamente. Por otro lado, el costo asociado a invertir el aporte sería el mismo ya que son los mismos instrumentos.

Considerando lo anterior, se genera un diferencial de US\$ 496.393 dólares de costo asociado al escenario alternativo. Este valor es menor a los recursos adicionales por US\$ 2.063.030, por tanto, el retorno adicional generado por los índices LC no se diluye con los costos de transacción.

VII. Conclusión

Un desafío para el FRP es incorporar las consideraciones ESG en el proceso de inversión de los recursos ya que hoy en día es una tendencia global para inversionistas institucionales y además muchos fondos soberanos ya están realizando actividades relacionadas a la inversión responsable. Es por ello que resulta relevante analizar el universo de opciones posibles considerando que el fondo se invierte con un estilo de administración pasiva y está actualmente en un proceso de convergencia gradual a la nueva política de inversión.

En esta tesis se analiza la incorporación del criterio medioambiental a través del estudio de dos índices alternativos al actual comparador referencial de las acciones. El primero de ellos, LC Target, aplica un filtro positivo en los componentes, y el segundo, LC Leaders, aplica la exclusión en base a ranking ESG. En una primera etapa se obtienen los ratios de Sharpe, Omega, Sortino, y el VaR, para luego estimar un modelo de retornos y realizar un test de *spanning*. Finalmente, se realiza un ejercicio con los aportes en las acciones que ha recibido el fondo a partir de 2018.

Como resultado, se obtiene que el ratio de sharpe para el período completo es mejor en los índices LC comparado con el índice MSCI ACWI, mientras que, con el ratio de Sortino, LC Target se desempeña mejor, y con el ratio de Omega, LC Leaders resulta ser mejor, sin embargo, se obtienen resultados mixtos si se analiza año a año por separado. Con respecto al VaR, se obtienen resultados mixtos dependiendo de la frecuencia de los datos y del nivel de confianza. En el test de *spanning* se analiza la muestra completa, la muestra que comprende los datos simulados, y la que contiene los datos reales. Como resultado, se obtiene que en la mayoría de los modelos, ya sea MCO o MGM no se rechaza la hipótesis nula, por tanto los índices pueden ser sustitutos del actual comparador referencial. Además, los índices LC presentan menor riesgo relativo al MSCI ACWI. Finalmente se realiza un ejercicio con los datos históricos de los aportes a las acciones que comenzaron en 2018 simulando dos escenarios. Como resultado, se obtiene que, si se hubiesen invertido dichos aportes en los índices LC se hubiese evitado la pérdida de US\$ 2,6 millones de dólares.

Es importante agregar que este estudio posee las siguientes debilidades: en primer lugar, la serie de datos comprende menos de diez años de historia, y algunos datos han sido simulados por el proveedor del índice, lo cual podría contaminar los resultados. En segundo lugar, se podrían agregar controles en la estimación, lo que resultaría en resultados más precisos. En tercer lugar, este análisis considera una estimación de los costos de administración y transacción asociados a invertir en los índices LC en contraste con MSCI ACWI. En cuarto lugar, el índice utilizado como comparador referencial

actual para las acciones excluye a Chile, y este análisis se realizó con todos los componentes para los tres índices, sin eliminar las posiciones en Chile ya que no se contaba con dicha información. En quinto lugar, existe literatura que critica la utilización del test de *spanning* para índices individuales debido a aspectos metodológicos del test, y finalmente, los índices ya sea LC Target o LC Leaders se construyen en base a agencias clasificadoras de instrumentos en base a criterios ESG las cuales pueden estar sesgadas debido a la subjetividad que pueden tener los criterios de evaluación (ver anexo N°a4).

Finalmente, es importante agregar que el análisis presentado se puede extender incorporando las distintas clases de activo que posee el FRP para así evaluar el impacto sobre la frontera eficiente a nivel de fondo.

VIII. Referencias

Bauer, R., Derwall, J., & Otten, R. (2007). The ethical mutual fund performance debate: New evidence from Canada. *Journal of Business Ethics*, 70(2), 111–124.

BlackRock (2016). Exploring ESG: A Practitioner's Perspective. Disponible en: <https://www.blackrock.com/corporate/literature/whitepaper/viewpoint-exploring-esg-a-practitioners-perspective-june-2016.pdf>

Brammer, S., Brooks, C., & Pavelin, S. (2006). Corporate Social Performance and Stock Returns: UK Evidence from Disaggregate Measures. *Financial Management*, 35(3), 97-116.

Brooks, C. (2014). *Introductory econometrics for finance*. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Brzezyczyński, J., & McIntosh, G. (2014). Performance of portfolios composed of British SRI stocks. *Journal of business ethics*, 120(3), 335-362.

CFA Institute, Environment, Social, and Governance Issues in Investing: A Guide for Investment Professionals 8 (2015), available at <https://www.cfapubs.org/doi/pdf/10.2469/ccb.v2015.n11.1>.

Christofi, A.C., Christofi, P., & Sisaye, S. (2012). Corporate sustainability: Historical development and reporting practices. *Management Research Review*, 35(2), 157–173.

Collison, D.J., Cobb, G., Power, D.M., & L.A. Stevenson (2008). The financial performance of the FTSE4Good indices. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 15(1), 14–28.

Collison, D., Cobb, G., Power, D., & Stevenson, L. (2009). FTSE4Good: Exploring its implications for corporate conduct. *Accounting, Auditing and Accountability Journal*, 22(1), 35–58.

Consolandi, C., Jaiswal-Dale, A., Poggiani, E., & Vercelli, A. (2008). Global standards and ethical stock indexes: The case of the Dow Jones sustainability Stoxx index. *Journal of Business Ethics*, 87(1), 185–197.

De Roon, F. A., T. E. Nijman, and B. J. M. Werker, (2001). Testing for mean-variance spanning with short sales constraints and transaction costs: the case of emerging markets. *Journal of Finance* 56, 721-742.

Derwall, J., Guenster, N., Bauer, R., & Koedijk, K. (2005). The ecoefficiency premium puzzle. *Financial Analysts Journal*, 61(2), 51–63.

Huberman, G., & Kandel, S. (1987). Mean-variance spanning. *The Journal of Finance*, 42(4), 873-888.

Galema, R., Scholtens, B., & Plantinga, A. (2009). The cost of socially responsible portfolios: Testing for mean-variance spanning. *Available at SSRN 1086560*.

Garz, H., C. Volk and M. Gilles (2002), 'More Gain than Pain – SRI: Sustainability Pays Off' (WestLB Panmure, Cologne, http://www.westlbpanmure.com/sri/pdf/sri_nov2002.pdf).

Goldreyer, E., & Diltz, J. (1999). The performance of socially responsible mutual funds: Incorporating sociopolitical information in portfolio selection. *Managerial Finance*, 25(1), 23–36.

Ginanjar Dewandaru, Rumi Masih, Obiyathulla Ismath Bacha, and A Mansur M Masih. The role of Islamic asset classes in the diversified portfolios : Mean-variance spanning test. *Emerging Markets Review*, 30 :6695, 2017.

Humphrey, J. E., & Lee, D. D. (2011). Australian socially responsible funds: Performance, risk and screening intensity. *Journal of Business Ethics*, 102(4), 519–535.

Janik, B., & Bartkowiak, M. (2015). The comparison of socially responsible indices in Central and Eastern Europe. *International Journal of Environmental Technology and Management*, 18(2), 153-169.

Jensen, M. C. (1968). The performance of mutual funds in the period 1945–1964. *The Journal of finance*, 23(2), 389-416.

Kan, R., & Zhou, G. (2012). Tests of mean-variance spanning. *Annals of Economics and Finance*, 13(1), 139-187.

Kempf, A., & Osthoff, P. (2007). The effect of socially responsible investing on portfolio performance. *European Financial Management*, 13(5), 908–922.

Kinder, P., Lydenberg, S., & Domini, A. (1994). Investing for good, making money while being socially responsible. New York: Happer Business.

Kozhan, Roman (2009) *Financial econometrics - with Eviews*. Denmark: Ventus. ISBN 9788776814274

Kurtz, L., & Di Bartolomeo, D. (1996). Socially screened portfolios: An attribution analysis of relative performance. *Journal of Investing*, 5(3), 35–41.

Kurtz, L. (1999). Managing risk exposures of socially screened portfolios (Vol. 1, No. 415, pp. 1-17). Technical Report, Northfield Information Services, Boston, MA.

Laskowska, A. (2018). STOCK MARKET INDICES AS A MEASUREMENT TOOL FOR PROFITABILITY OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY ACTIVITIES. *Copernican Journal of Finance & Accounting*, 7(4), 71-86.

Managi, S., Okimoto, T., & Matsuda, A. (2012). Do socially responsible investment indexes outperform conventional indexes?. *Applied Financial Economics*, 22(18), 1511-1527.

Moskowitz, M. (1972). Choosing socially responsible stocks. *Business and Society Review*, 1(1), 71–75.

MSCI, 2019. MSCI ACWI Low Carbon Leaders Index (USD). Disponible en: <https://www.msci.com/documents/10199/e82d0059-d504-4f82-84e0-20a25194f3bf>

MSCI, 2019. MSCI ACWI Low Carbon Targert Index (USD). Disponible en: <https://www.msci.com/documents/10199/c64f0873-5818-4304-aaf2-df19d42ae47a>

MSCI, 2019. MSCI ACWI Index (USD). Disponible en: <https://www.msci.com/documents/10199/a71b65b5-d0ea-4b5c-a709-24b1213bc3c5>

Norges Bank (2017) Responsible Investment Government pension Fund Global. Disponible en: <https://www.nbim.no/contentassets/67c692a171fa450ca6e3e1e3a7793311/responsible-investment-2017---government-pension-fund-global.pdf>

Ruiz, J. L. (2018). Financial development, institutional investors, and economic growth. *International Review of Economics & Finance*, 54, 218-224.

Sauer, D. (1997). The impact of social-responsibility screens on investment performance: Evidence from the Domini 400 social index and Domini equity fund. *Review of Financial Economics*, 6(2), 23–35.

Schroder, M. (2007). Is there a difference? The performance characteristics of SRI equity indices. *Journal of Business Finance and Accounting*, 34(1), 331–348.

Sherwood, M. W., & Pollard, J. L. (2018). The risk-adjusted return potential of integrating ESG strategies into emerging market equities. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 8(1), 26-44.

Singh, R. (2013). Standard & Poor's environmental, social and governance (esg) india index during and post global financial crisis. *Global Journal of Management and Business Studies*, 3(10), 1205-1212.

Statman, M. (2000). Socially responsible mutual funds. *Financial Analysts Journal*, 56(3), 30–39.

Strong N. 1992. Modelling abnormal returns: a review article. *Journal of Business Finance and Accounting* 19: 533–554.

Takens, L. M. (2019). Performance of Socially Responsible Investment: Evidence from Dutch Pension Funds (Bachelor's thesis, University of Twente).

State Street Global Investors, 2017. Understanding and comparing ESG terminology: A Practical Framework for Identifying the ESG Strategy That is Right for You.

Vance, S. (1975). Are socially responsible corporations good investment risks? *Management Review*, 64(8), 18–24.

Ziliotto, E. (2017). Master Thesis. Asset allocation benefits of SRI: testing efficiency and the impact on performances.

Información de sitios web:

<https://thegiin.org>.

<https://www.swfinstitute.org/research/linaburg-maduell-transparency-index>

<https://www.australiansuper.com/investments/how-we-invest/esg-management>

<https://www.nzsuperfund.co.nz/how-we-invest/responsible-investment>

<https://www.nbim.no/contentassets/08b0787eae8a4016bd06bfeba0067e32/third-tranche-of-coal-exclusions---grounds-for-decision.pdf>

<https://www.norges-bank.no/>

IX. Anexo

9.1 Matrices

Tabla A.1 Matriz de varianza-covarianza

	LC Target	LC_LEADERS	MSCI_ACWI
LC_TARGET	3,618	3,625	3,627
LC_LEADERS	3,625	3,637	3,636
MSCI_ACWI	3,627	3,636	3,641

Nota: los retornos están medidos en diferencia con la tasa libre de riesgo, medida como la tasa del bono del tesoro americano de 1-3 años.

Fuente: elaboración propia

Tabla A.2 Matriz de correlaciones

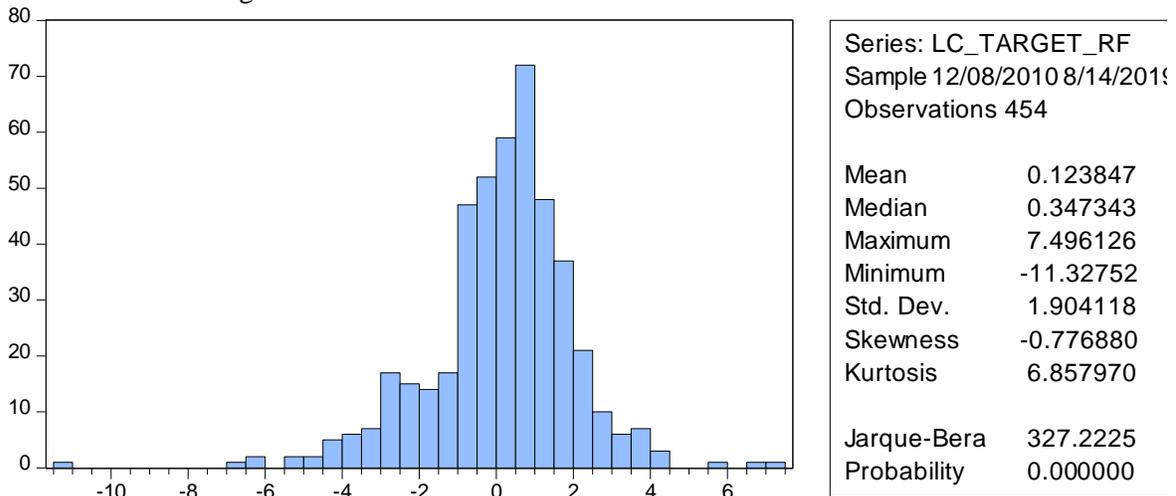
	LC_TARGET	LC_LEADERS	MSCI_ACWI
LC_TARGET	1,00000	0,99931	0,99930
LC_LEADERS	0,99931	1,00000	0,99932
MSCI_ACWI	0,99930	0,99932	1,00000

Nota: los retornos están medidos en diferencia con la tasa libre de riesgo, medida como la tasa del bono del tesoro americano de 1-3 años.

Fuente: elaboración propia

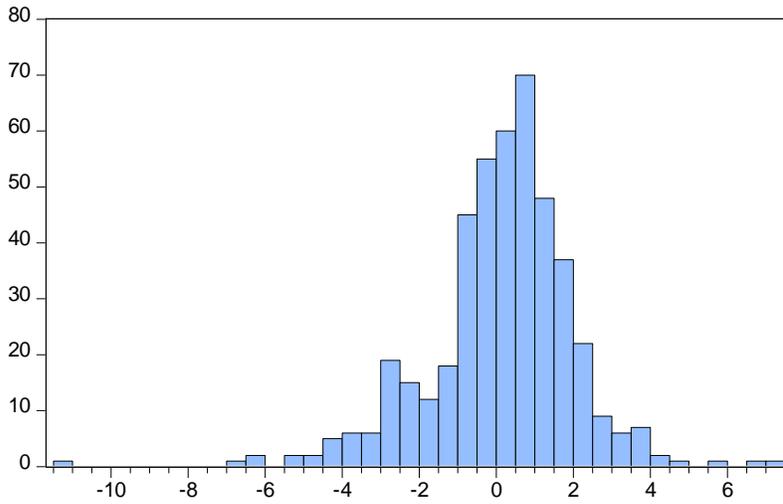
9.2 Histogramas

Gráfico A.3 LC Target



Fuente: elaboración propia

Gráfico A.4 LC Leaders



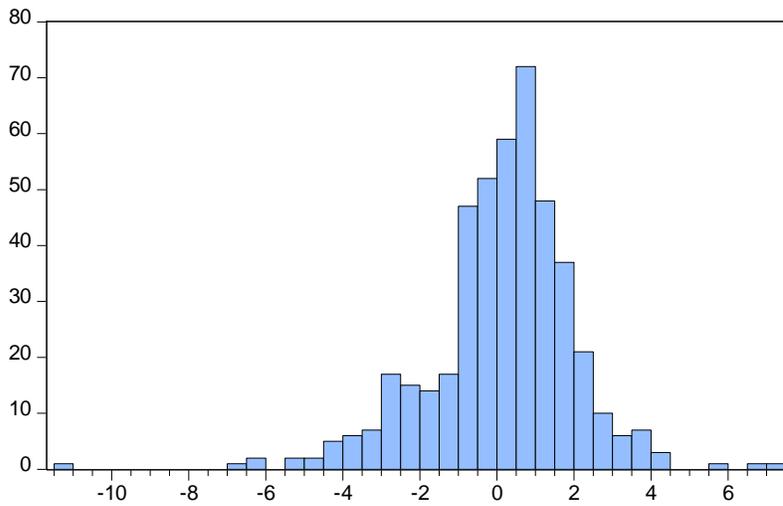
Series: LC_LEADERS_RF
 Sample 12/08/2010 8/14/2019
 Observations 454

Mean 0.124527
 Median 0.354718
 Maximum 7.443831
 Minimum -11.37140
 Std. Dev. 1.909098
 Skewness -0.782722
 Kurtosis 6.918004

Jarque-Bera 336.7426
 Probability 0.000000

Fuente: elaboración propia

Gráfico A.5 MSCI ACWI



Series: LC_TARGET_RF
 Sample 12/08/2010 8/14/2019
 Observations 454

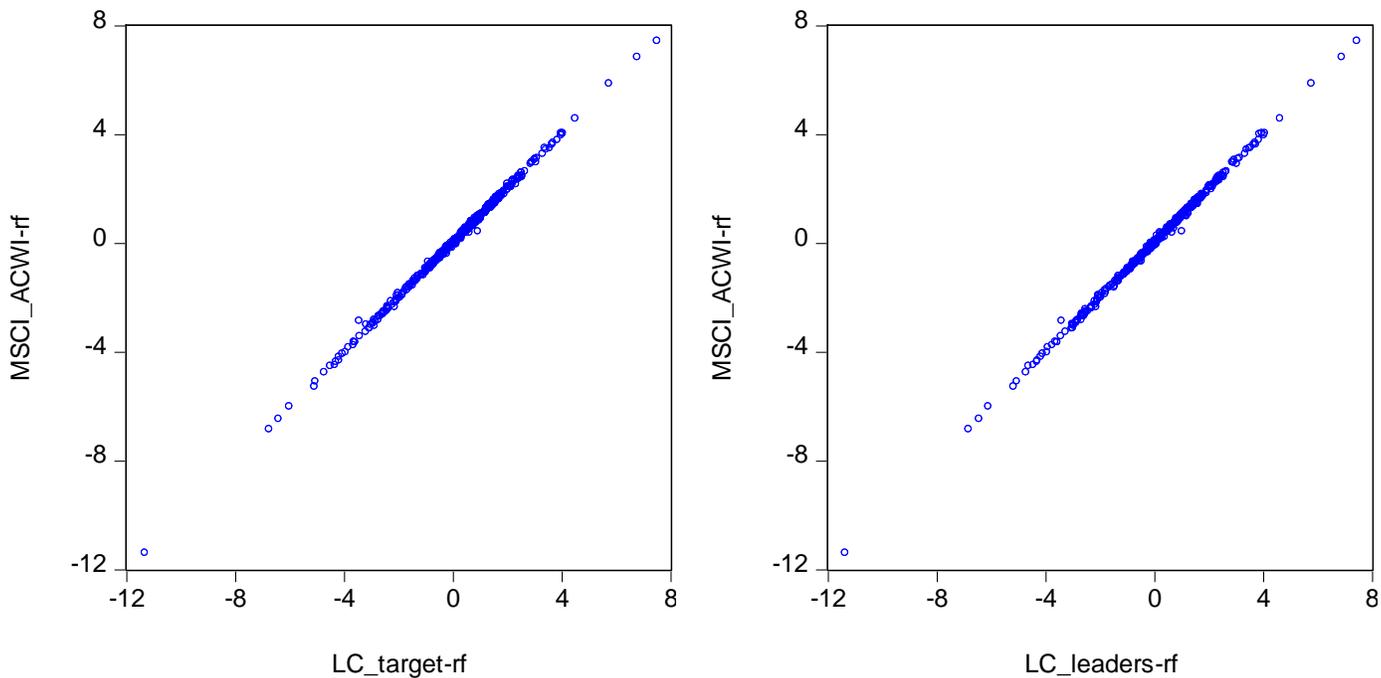
Mean 0.123847
 Median 0.347343
 Maximum 7.496126
 Minimum -11.32752
 Std. Dev. 1.904118
 Skewness -0.776880
 Kurtosis 6.857970

Jarque-Bera 327.2225
 Probability 0.000000

Fuente: elaboración propia

9.3 Gráficos

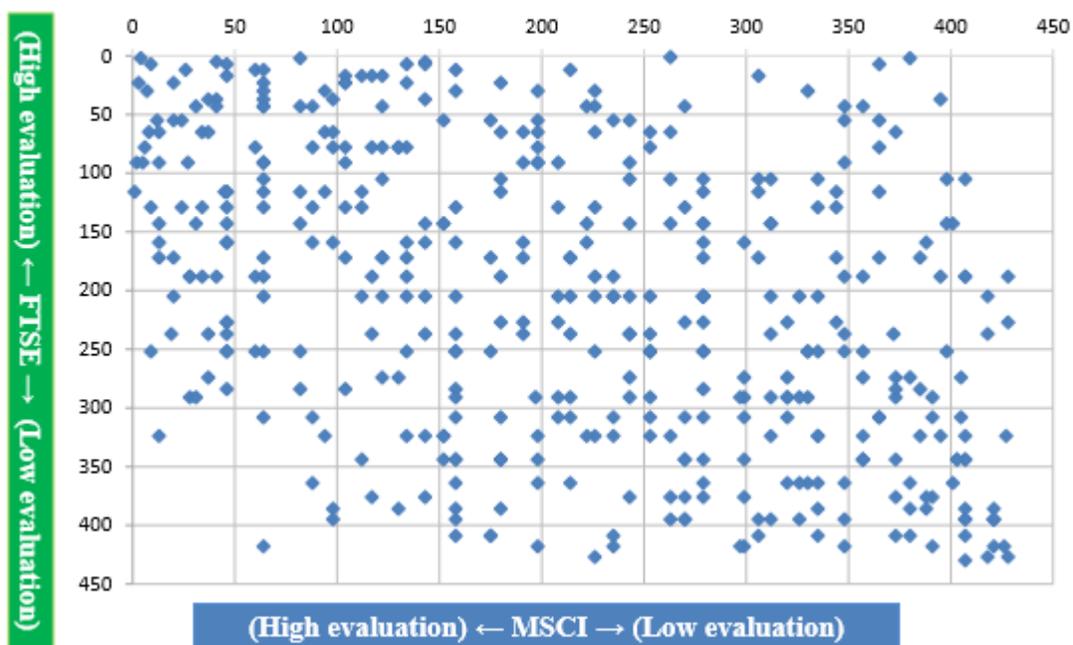
Gráfico A.6 índices LC versus MSCI ACWI



Fuente: elaboración propia

Gráfico A.7 Comparación de la evaluación de proveedores de índices ESG

<Comparison of ESG evaluation by FTSE and MSCI>



Fuente: GPIF, 2017. Mayor información en https://www.gpif.go.jp/en/topics/pdf/20170703_esg_selection_en.pdf